

## 7. VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMATICO Y MEDIDAS DE ADAPTACION

### 7.1 INTRODUCCION

El artículo 3.2 de la Convención, establece que las Partes, en las medidas que adopten para lograr el objetivo último de la Convención y aplicar sus disposiciones, se guiarán, entre otras cosas, por las necesidades específicas y circunstancias especiales de las Partes que son países en desarrollo, especialmente aquellas que son particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático, y las de aquellas Partes, especialmente las Partes que son países en desarrollo, que tendrían que soportar una carga anormal o desproporcionada en virtud de la Convención.

En adición a esta disposición, el artículo 4.4 insta a las Partes que son países desarrollados y las demás partes desarrolladas que figuran en el Anexo II a ayudar a las partes que son países en desarrollo a hacer frente a los costos que entrañe su adaptación a los efectos adversos del cambio climático y/o el impacto de las medidas de respuesta.

Según el artículo 4.8 de la Convención la República de Panamá como país en

desarrollo sumamente vulnerable a los efectos adversos del cambio climático ha evaluado las medidas requeridas relacionadas con el financiamiento, los seguros y la transferencia de tecnología para atender las necesidades y preocupaciones y/o el impacto de las medidas de respuesta.

Este capítulo presenta los resultados de la implementación de la ETAPA I de adaptación de acuerdo a la decisión 11/CP1.

En este sentido, incluye las necesidades y preocupaciones específicas de Panamá que deberán ser atendidas *a priori* para avanzar a la ETAPA II y III, y así, cumplir con el objetivo último de la Convención.

Tomando en cuenta la definición de “*vulnerabilidad: grado en que una unidad de exposición es alterada o afectada adversamente por el impacto climático*” establecida por las directrices técnicas del PICC, Panamá ha realizado esfuerzos para identificar y evaluar el impacto del cambio climático en áreas particularmente sensibles identificando y

realizando estudios en los siguientes sectores:

- *Salud Humana*
- *Agricultura*
- *Recursos Hídricos*
- *Recursos Marino-Costeros*
- *Recursos Forestales*

## **7.2 ESCENARIOS DE EMISION**

La definición de los escenarios de emisiones de GEI, (EE) es uno de los aspectos más importantes ya que del nivel de las emisiones dependerá, de gran manera, el forzamiento que reciba el sistema y por ende, los resultados que se obtengan en cuanto a temperatura y nivel del mar a escala global.

Del conjunto de EE definidos por el PICC (Leggett et al, 1992), para esta evaluación se seleccionaron los escenarios de emisión IS92a, IS92c y IS92f.

Estos escenarios representan las proyecciones futuras de GEI considerando diferentes supuestos sobre el crecimiento de la población mundial, el crecimiento global de la economía, el desarrollo tecnológico, las limitaciones en el uso del recurso energético a partir de

combustibles fósiles y el desarrollo de la agricultura, entre otros.

Así, el IS92a es un escenario de proyección intermedia de las futuras emisiones de GEI y considera sólo una moderada intervención de políticas. El IS92c refleja las proyecciones más bajas y el IS92f refleja las proyecciones más altas.

A pesar de que existen otros EE, estos tres escenarios fueron seleccionados luego de realizar algunas consideraciones:

- a) El escenario IS92a ha sido ampliamente utilizado por las partes NAI en las evaluaciones de la vulnerabilidad a los impactos adversos del cambio climático, por lo cual facilita la comparación de los resultados.
- b) Como los escenarios IS92c e IS92f representan condiciones extremas, ellos permiten tomar en cuenta el amplio rango de incertidumbres asociadas a las futuras emisiones de GEI.
- c) Estos tres escenarios aparecen bien documentados en la literatura científica (e. g. Leggett et al, 1992; PICC, 1996).

**Tabla 7.1 Concentraciones medias de los principales gases de efecto de invernadero de acuerdo a los escenarios de emisión.**

Escenario de Emisión	Concentración de GEI ppmv	2010	2050	2100
		IS92c	CO <sub>2</sub>	385.9
	CH <sub>4</sub>	1890.1	2196.5	2096.9
	N <sub>2</sub> O	320.5	360.8	384.1
IS92a	CO <sub>2</sub>	393.4	509.7	705.4
	CH <sub>4</sub>	1976.3	2801.7	3599.3
	N <sub>2</sub> O	325.8	368.6	413.2
IS92f	CO <sub>2</sub>	396.2	540.1	815.9
	CH <sub>4</sub>	2010.1	3049.8	4710.9
	N <sub>2</sub> O	326.1	371.9	427.3

Fuente: Climatología y Escenarios de Cambio Climático para Panamá 2,000

Para obtener las proyecciones globales de temperatura (TG) e incremento del nivel del mar (MG) para un EE determinado, es necesario convertir las emisiones en concentraciones atmosféricas.

Después se estima el forzamiento radiativo, del cual depende entonces el calentamiento global.

Durante todo el proceso intervienen complejos análisis y simulaciones, que se realizan a través de un grupo de modelos diferentes.

En este estudio las proyecciones de TG y MG para cada uno de los EE propuestos, se obtuvieron empleando la versión 2.3 del MAGICC (Model for the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change). MAGICC es un modelo matemático desarrollado en la Universidad de East Anglia del Reino Unido, descritos brevemente por Wigley (1994).

**Tabla 7.2 Elevación del nivel medio del mar de acuerdo a los escenarios de emisión.**

Escenario de emisión	Sensibilidad climática	2010 cm	2050 cm	2100 cm
IS92f	Alta	9.5	40.4	93.5
IS92a	Alta	9.4	38.7	86.8
IS92c	Alta	8.6	36.8	72.5
IS92f	Baja	1.5	7.9	22.6
IS92a	Baja	1.5	7.2	19.5
IS92c	Baja	1.5	6.1	12.8

Fuente: Climatología y Escenarios de Cambio Climático para Panamá 2,000

Dentro del MAGICC, hay varios parámetros que determinan los valores de TG y MG, se puede señalar como el más importante la sensibilidad climática ( $T_{2x}$ ), la cual es una medida del cambio de la temperatura media global para un forzamiento radiativo determinado. Utilizando  $T_{2x} = 2.5^{\circ}\text{C}$ ,  $1.5^{\circ}\text{C}$  y  $4.5^{\circ}\text{C}$  los cuales son el mejor estimado y los

límites bajo y alto de los valores de sensibilidad considerados por el PICC.

### **7.3 ESCENARIOS CLIMATICOS**

Un escenario climático se define como una representación plausible del clima futuro, que puede ser construida sobre la base de diferentes supuestos sobre las condiciones del futuro sistema climático y que es utilizada para estimar el posible impacto del cambio climático sobre la sociedad y el medio ambiente.

Debido a que existen numerosas incertidumbres relacionadas con múltiples factores que regulan el comportamiento del sistema climático; no es recomendable utilizar un escenario climático, como si fuera una predicción en los mismos términos que el pronóstico climático a corto plazo o el pronóstico del tiempo. Ante esta situación, es aconsejable representar el clima futuro utilizando una gama de proyecciones que cubran un amplio espectro de incertidumbres. Por ello es conveniente desarrollar un conjunto de escenarios de cambio climático, en vez de presentar una sola opción.

Así mismo, al utilizar dichos escenarios en la evaluación de los impactos por sectores, tales incertidumbres deberán ser también evaluadas, para impedir que los

resultados queden únicamente condicionados por una proyección específica, en cuyo caso, se corre el peligro de que sea interpretada como un pronóstico.

El método utilizado para crear los escenarios de cambio climático en Panamá se resume en el uso combinado de los resultados de los modelos de circulación general (MCG) y de las salidas de un modelo climático simple (MCS).

El MCS permite estimar la TG y el MG, considerando diferentes supuestos iniciales dados por las emisiones globales de GEI, la sensibilidad climática y otros elementos que se relacionan con las incertidumbres del cambio climático.

En este caso se utilizó la versión 2.3 del paquete de programas para microcomputadores denominada MAGICC/SCEN-GEN (scenario Generator).

Una descripción detallada de este programa es dada por Centella et al (1999a). Este paquete ha sido utilizado ampliamente por las partes de la Convención. En este caso, se escogieron tres escenarios de emisión de GEI, y tres niveles de sensibilidad climática.

Estas condiciones iniciales produjeron diferentes resultados de calentamiento global, los cuales fueron combinados con las salidas de los MCG, para obtener los

patrones de cambio climático en el 2010, 2050 y 2100 en Panamá.

La selección de los escenarios de emisión (IS92c, IS92a, IS92f), la sensibilidad climática (1.5 °C, 2.5°C, 4.5°C) se realizó para cubrir un amplio rango de las incertidumbres relacionadas a ellas respectivamente.

Para lograr la reducción de la cantidad de escenarios se utilizó el siguiente razonamiento, si determinamos que los modelos Hadley Center Unified Model Transient 2 (HADCM2) y el UK Met. Office High Resolution (UKHI) son los que producen la reducción y el incremento más drásticos de los modelos disponibles en SCENGEN y si sabemos que bajo condiciones iniciales de baja emisión (IS92c) y baja sensibilidad climática (1.5°C), los cambios son menos drásticos; mientras que para mayores emisiones (IS92f) y sensibilidad climática más alta (4.5°C), los cambios son más intensos; entonces, utilizando esa combinación de EE, sensibilidad climática y modelos de circulación general, se podrá representar un amplio rango de las incertidumbres.

Los escenarios climáticos para Panamá quedaron definidos y nombrados de acuerdo a lo siguiente:

**Escenario ECPDH** (Escenario Seco Alta Sensibilidad Climática): Este escenario queda definido por las proyecciones del modelo HADCM2 para un escenario alto de emisiones (IS92f) y una sensibilidad climática alta. Atendiendo a esto, este escenario refleja la reducción más intensa de las precipitaciones acompañada de un calentamiento también importante.

**Escenario ECPDL** (Escenario Seco, Baja Sensibilidad Climática): Este escenario queda también definido por la proyección del modelo HADCM2, aunque en esta proyección se utilizó una sensibilidad climática baja y el escenario de más bajas emisiones (IS92c). En este caso se reflejan un decremento de las precipitaciones y un incremento de la temperatura menos intensos.

**Escenario ECPWH** (Escenario Húmedo, Alta Sensibilidad Climática): Este escenario es contrario al primero para la proyección de las precipitaciones. Fue generado considerando los resultados del modelo UKHI, con alta emisión y sensibilidad climática.

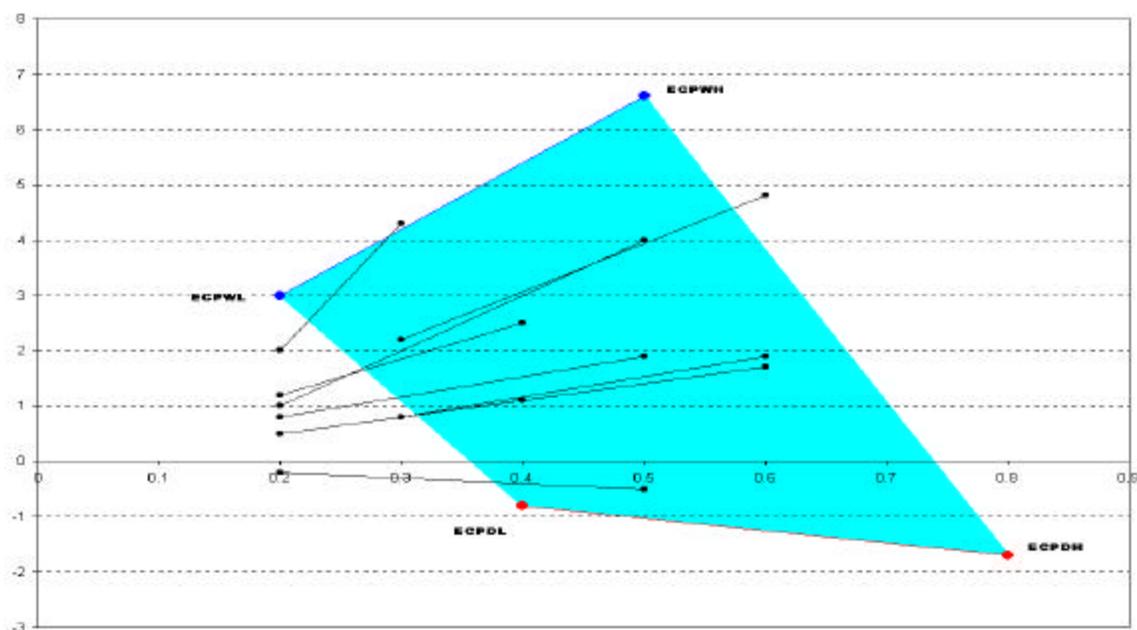
**Escenario ECPWL** (Escenario Húmedo, Baja Sensibilidad Climática): Este escenario es similar al ECPDL, en el sentido que fue generado para el mismo escenario de emisión y sensibilidad climática. Sin embargo, difiere notablemente en la proyección de la precipitación, pues indica un incremento de la misma.

El área en celeste en la figura 7.1 demarca el rango de incertidumbres que abarcan las proyecciones de los escenarios de cambio climático para Panamá.

## 7.4 IMPACTOS ADVERSOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

La vulnerabilidad de varios recursos naturales en Panamá ante el cambio climático ha sido reconocida por estudios anteriores, Particularmente aquella referente a los recursos hídricos, agrícolas y marino-costeros. En 1996 se presentaron los resultados del Estudio País, dentro del marco del Proyecto Centroamericano de Cambio Climático (US-PCCC), que comprendió la vulnerabilidad de estos tres sectores ante el cambio climático.

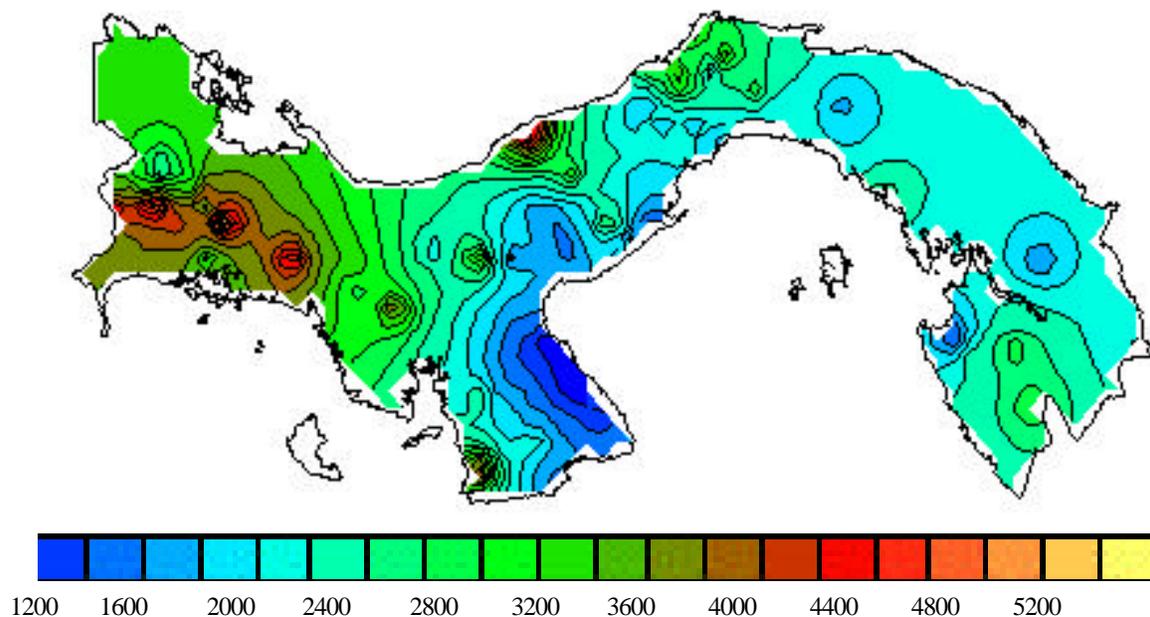
**Fig. 7.1 Cambio de precipitación y temperatura de acuerdo con las proyecciones de los modelos de circulación general disponibles en SCENGEN, para el año 2010.**



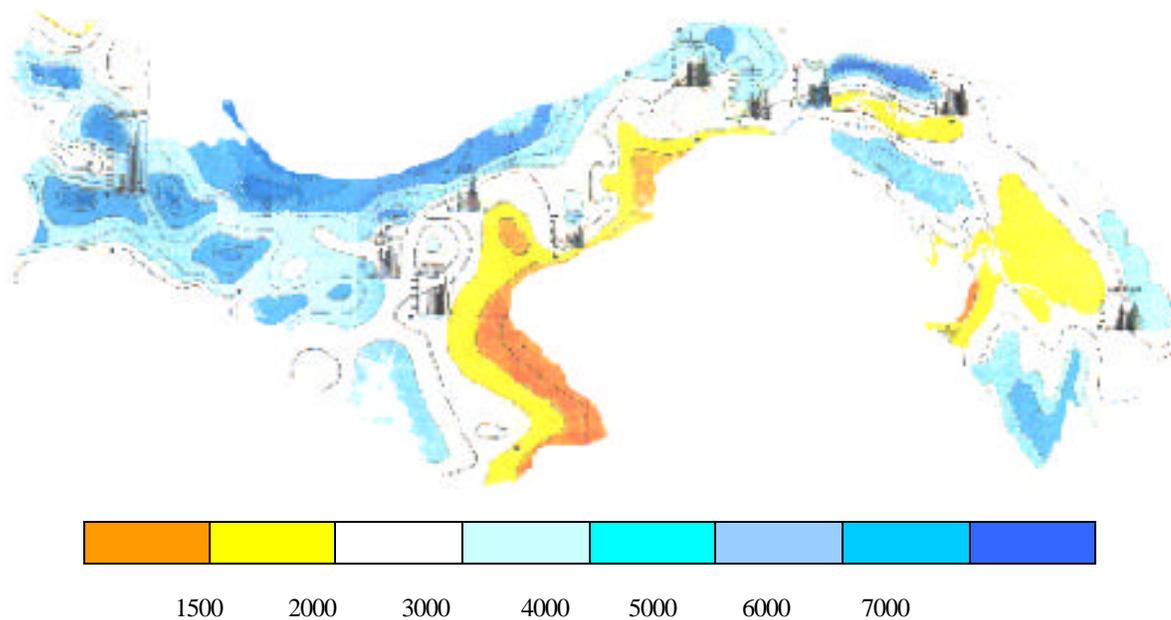
Fuente: Climatología y escenarios de Cambio Climático para Panamá.

**Figura 7.2 Comparación de los Mapas de Precipitación Media Anual del Atlas Nacional y el de la Línea Base para los Escenarios de Cambio Climático**

MAPA DE PRECIPITACIÓN PROMEDIO ANUAL PARA LA LINEA BASE DE LOS ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO AÑOS 1966 - 1990



MAPA DE PRECIPITACIÓN PROMEDIO ANUAL DEL ATLAS NACIONAL AÑOS 1963 - 1982



En la figura 7.2 podemos comparar los mapas de precipitación promedio anual del Atlas Nacional y el generado a través de la línea base para los escenarios de cambio climático, vemos como el comportamiento de la precipitación en la zona pacífica presenta una gran similitud, se puede observar los tres núcleos de precipitación existentes en la provincia de Chiriquí, al igual que el régimen pluviométrico característico de la región del Arco Seco de la República.

Por otro lado en la vertiente del Caribe y la zona de Panamá este y Darién presentan las mayores diferencias del comportamiento pluviométrico debido a la poca concentración de estaciones meteorológicas, y a su vez las existentes no cuentan con los registros necesarios para ser incluidos en la generación de los escenarios de cambio climático.

De igual forma al realizar el trazo de las isoyetas el software utilizado interpola de acuerdo a los valores registrados sin tomar en cuenta la orografía de la región es por ello que en este mapa encontramos isoyetas que cruzan de la vertiente del Pacífico al Atlántico cuando se conoce que este patrón no es el normal en nuestro país.

Al igual que en el mapa generado a través de la línea base para los escenarios de cambio climático, el mapa del Atlas Nacional presenta las limitantes de estaciones en la región atlántica y la zona de Panamá este y Darién en donde las isoyetas son marcadas a través de trazos punteados y manualmente, por ende no presentan un cruce de isoyetas de la zona pacífica a la atlántica ya que este método si permite tomar en cuenta la orografía de la región.

Podemos entonces señalar que la diferencia existente entre ambos mapas se debe a la falta de estaciones meteorológicas en una zona determinada y a los mecanismos o herramientas utilizadas para la generación de ambos mapas.

Esta limitante se traduce en la necesidad de mejorar la cobertura de estaciones de observación existente para lograr reducir las incertidumbres en los resultados generados, los cuales son la herramienta clave para la evaluación de la vulnerabilidad por sector de los efectos adversos del cambio climático.

#### **7.4.1 Recursos Marino Costeros**

La zona costera de Panamá se extiende a ambos lados de su territorio, presentando costas en el Océano Pacífico (1.700,6

km) y el Mar Caribe (1.287,7 km). Por sus características físico/naturales y los hechos humanos que en ella concurren, es altamente vulnerable a los impactos adversos de los fenómenos climáticos, no sólo en la dirección que señala el ascenso acelerado del nivel del mar, sino también por los impactos sobre los recursos hídricos, las actividades agropecuarias, ecoturísticas y los asentamientos humanos.

En la actualidad, sin poder precisar las causas, los cambios que se registran en la mayoría de las localidades costeras objeto de este estudio, confirman altos riesgos para las poblaciones y un nivel alto de vulnerabilidad de todos los recursos asociados al sistema costero.

Registros locales (Mar Caribe, Panamá), para el período de 1909 – 1984, indican que el ascenso del nivel del mar tiene una tasa de aproximadamente 1,3 mm/año, lo cual es comparable con los promedios globales (Cubit, 1985). Esta tasa ha sido pronosticada a incrementarse en un orden de magnitud dentro de los próximos 50 a 100 años. Así, el ascenso del nivel del mar se estima que sufrirá un aceleramiento significativo durante el próximo siglo (Wigley y Raper, 1992).

Si los cambios observados y registrados en la zona costera de Panamá guardan relación directa con el cambio climático, difícilmente puede demostrarse. Lo que sí es indiscutible es que si a las causas anteriores que han intervenido en las manifestaciones de cambios en la zona costera, se le añaden los impactos del ascenso acelerado del nivel del mar asociado al cambio climático global, las consecuencias serán significativas ya que se traducirían en: pérdidas de diversidad biológica, migraciones humanas, migraciones de faunas, etc. Esto demanda la atención y la formulación y ejecución de una estrategia de adaptación a corto, mediano y largo plazo.

El estudio, en general, sigue la metodología común descrita por el PICC (1991). No se han realizado, explícitamente, proyecciones futuras “con” o “sin” cambio climático. El mismo se enfocó únicamente a los efectos del aumento acelerado del nivel del mar (AANM): inundaciones, erosión, crecidas, marejadas; de acuerdo a los escenarios climáticos previstos para Panamá.

Se ha tratado de acercar los impactos a los incrementos de temperatura y las modificaciones en las pautas de precipitación dentro de las limitaciones

existentes (sin modelos regionales - y sectoriales en zona costera, capaces de simular esos cambios). Se recomienda, atender en un futuro, la integración de la frecuencia e intensidad de los eventos extremos, los cambios de corrientes y mareas, los costos económicos de las afectaciones y de las estrategias de adaptación.

El reconocimiento de las condiciones de la línea base para los aspectos ambientales (físicos, biológicos) y socioeconómicos en las áreas objeto de este estudio, ha sido realizado a través de una combinación de métodos, que incluyeron visitas de campo, entrevistas, aplicación de encuestas, levantamiento de perfiles de costa, consulta bibliográfica y a expertos/as. Se consideró necesario conocer las situaciones anteriores y las tendencias de las condiciones ambientales, sociales y de salud (humana y ambiental) generales de las áreas objetos de estudio, para identificar y valorar los impactos y examinar las posibles medidas de adaptación que permitan reducir o corregir los efectos negativos que el AANM tendrá en la zona costera sobre el ambiente y la salud; o aprovechar nuevas oportunidades.

Como en otros estudios similares, para países en desarrollo, la metodología resultó útil para identificar los impactos potenciales en las localidades estudiadas y las medidas de adaptación. El uso de información existente y la falta de otros tipos de información impusieron algunas limitaciones al estudio. Los datos cualitativos y las entrevistas realizadas permitieron realizar extrapolaciones importantes.

Los criterios de selección establecidos para escoger las unidades de exposición fueron los siguientes:

- Características topográficas y de relieve (geográficas y geomorfológicas).
- Población (número total de habitantes y densidad de población).
- Actividades económicas desarrolladas o proyecciones de desarrollo.
- Características sociales/económicas e infraestructuras existentes.
- Recursos económicos disponibles para la realización del estudio.

Unidades de exposición identificadas para la evaluación:

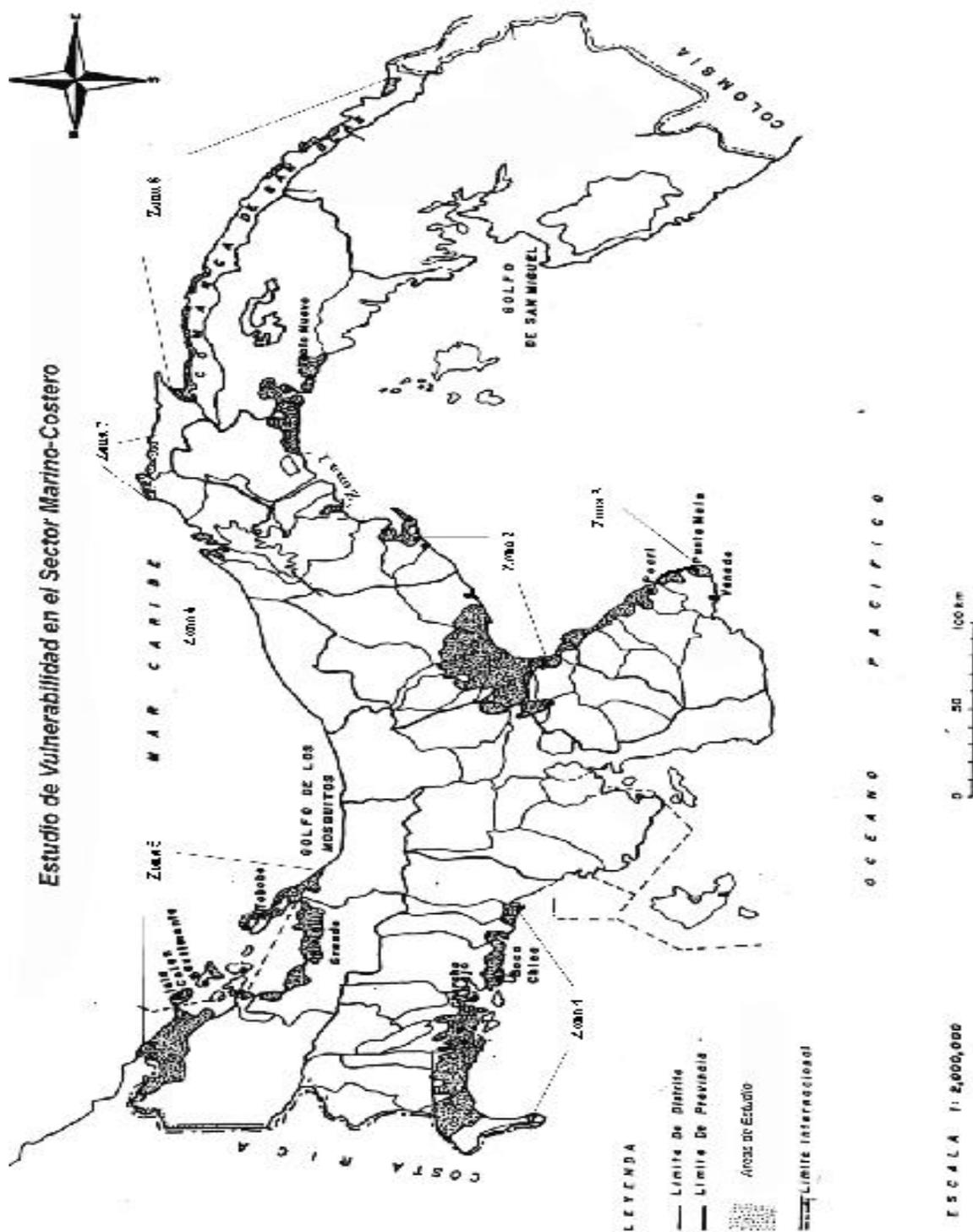
**Zona 1.** Sector Vacamonte-Pacora.

**Zona 2.** Sector Punta Chame-Parita

Zona 3. Sector Guararé-Pedasí.

Zona 4. Sector Punta Burica-Boca Chica.

Mapa No. 1 Unidades de Exposición para la Evaluación de Vulnerabilidad y Adaptación a los Efectos Adversos del Cambio Climático en el Sector Marino-Costero



**Zona 5.** Bocas del Toro: Sector Changuinola - Península de Valiente

**Zona 6.** Provincia de Colón. Sector Colón Centro y Zona Libre de Colón

**Zona 7.** Provincia de Colón. Sector Portobelo – Costa Arriba.

**Zona 8.** Comarca Kuna Yala (San Blas).

Dos de las principales consecuencias previstas para la variación en el nivel mar son la ocurrencia de inundaciones con el desplazamiento de humedales y costas bajas; y la erosión de la línea costera.

Los impactos asociados al AANM tienen que ver con el aumento de la salinidad en los estuarios y la amenaza a los acuíferos de agua dulce, el incremento de las inundaciones por tormenta.

La alteración de la amplitud de la marea en ríos y bahías; la alteración de los patrones de sedimentación; y el decremento de la cantidad de luz que reciben los fondos marinos (Hernández, *et al.*, 1999). Titus (1987), citado por Hernández *et al.* (1999), confiere mayor importancia al retroceso de la línea costera, las inundaciones temporales y la intrusión marina.

Los estudios realizados en la zona costera de Panamá parecen apuntalar la idea de que la “consecuencia más obvia será la

gradual y permanente inundación de las zonas más bajas” (HERNANDEZ *et al.*, 1999), sin desestimar, la importancia de la pérdida de tierras por el incremento del proceso erosivo en la zona costera y la activación de acantilados muertos al igual que se esperan consecuencias sociales como migración, o falta de recursos naturales para las poblaciones insulares.

En la tabla 7.3 se presentan los principales impactos esperados para la Zona Costera de la República de Panamá ante el AANM, dentro de un análisis de relación causa-efecto.

Tabla 7.3 Algunos Impactos del Ascenso Acelerado del Nivel del Mar sobre las Zonas Costeras de Panamá.

Causas	Jerarquización de Efectos					
	Inundación	Pérdida de suelos	Afectación/pérdida de la vegetación		Pérdida de hábitats	Desplazamiento/afectación de especies animales
Pérdida de viviendas y otras infraestructuras			Desplazamiento de poblaciones	Desmejoramiento de la calidad de vida		
Afectación de actividades productivas (agricultura, cría de animales, industrias)						
Disminución de la eficiencia de servicios públicos de agua y saneamiento		Aumento de riesgos para la salud		Desmejoramiento de la calidad de vida		
Aumento del espejo de agua (superficies cubiertas con agua)		Creación o expansión de nuevos hábitats		Cambios en la estructura de las comunidades biológicas		
Incremento de inundaciones	Incremento del riesgo a la salud y la vida humana			Desplazamiento de la población		Desmejoramiento de la calidad de vida
	Pérdida de bienes – muebles y reducción del valor catastral			Desplazamiento de la población		
	Afectación de servicios de comunicación y transporte					
	Afectación de actividades productivas					
	Incremento de la erosión	Pérdida de suelos	Arrastre de sedimentos	Aumento de la turbiedad en el agua (disminución de la transparencia)	Afectación de la productividad primaria	Alteración de las redes tróficas
				Arrastre inducido de microalgas (exclusión de la capa fótica)		
				Sedimentación	En áreas de arrecifes coralinos: destrucción	
Alteración de la amplitud de las mareas en ríos y bahías	Salinización de suelos		Desertificación		Disminución de producción agrícola	
			Pérdida de fertilidad			
	Afectación de usos productivos del agua dulce en la costa		Afectación de los servicios de abastecimiento de agua		Incremento riesgos a la salud	
	Migración de especies de agua salada en áreas de agua dulce		Competencia, desplazamiento, exclusión competitiva, disminución de especies autóctonas		Cambios en la estructura de la comunidad biológica y relaciones interespecíficas	
Erosión	Pérdida de suelos	Arrastre de sedimentos	Aumento de la turbiedad en el agua (disminución de la transparencia)	Afectación de la productividad primaria		Alteración de las redes tróficas
	Retroceso de la línea de costa	Cambios en la geomorfología costera		Arrastre inducido de microalgas (exclusión de la capa fótica) y de estadios larvarios de especies con reproducción planctotrófica		

Tabla 7.3 Algunos Impactos del Ascenso Acelerado del Nivel del Mar sobre las Zonas Costeras de Panamá.

Causas	Jerarquización de Efectos							
	Erosión	Retroceso de la línea de costa	Cambios en la geomorfología costera	Proliferación de organismos patógenos. Aumento del riesgo de enfermedades	Sedimentación	Sobrecubrimiento de organismos sésiles (por ejemplo arrecifes coralinos), algas, desaparición de organismos asociados o dependientes de los primeros	Incremento de niveles de nutrientes presentes en el agua	Crecimiento desmesurado de poblaciones de algas. Afectación de las relaciones mutualistas entre las zooxantelas y sus huéspedes coralinos. Incremento de la eutroficación
Alteración de los patrones de sedimentación	Alteraciones geomorfológicas de la costa			Formación de nuevos islotes		Incremento de la fragilidad del sistema		
	Cambios en el sistema de corrientes marinas			Cambios en la topografía submarina		Creación de nuevos hábitats		
Intrusión marina	Salinización de acuíferos y aguas subterráneas		Reducción de recursos de agua dulce	Salinización de suelos		Afectación de actividades productivas (riego, consumo humano, abrevaderos, industrias, otras)		Desplazamiento de poblaciones
Desplazamiento de humedales y costas bajas	Creación de nuevos hábitats		Cambios en la estructura de la comunidad biológica			Afectación de la diversidad biológica		
	Pérdida de hábitats existentes							
	Afectación de actividades productivas		Desplazamiento de poblaciones			Desmejoramiento de la calidad de vida		
	Pérdida de viviendas y otras infraestructuras							

Tabla 7.3 Algunos Impactos del Ascenso Acelerado del Nivel del Mar sobre las Zonas Costeras de Panamá.

Causas	Jerarquización de Efectos		
		Pérdida y/o sustitución de especies vegetales	Cambios en la estructura de la comunidad biológica Cambios en la estructura de la comunidad biológica
Aumento de la salinidad en los estuarios	Eliminación de especies estenohalinas	Exclusión competitiva	
	Alteración de ciclos reproductivos de numerosas especies de valor comercial Migración de especies marinas (invasión a nuevos territorios)		
	Perdidas de la vegetación de manglar	Pérdidas de hábitat	Alteración de ciclos reproductivos
Decrecimiento de la cantidad de luz que reciben los fondos marinos	Afectación de la productividad primaria	Alteración de las redes tróficas	Cambios en la estructura de la comunidad biológica
	Desplazamiento y/o extinción local de especies	Incremento de la fragilidad del sistema	
	Extinción de especies endémicas		
	Cambios en la estructura del ecosistema	Alteraciones del flujo de energía y del ciclo de nutrientes	
Aumento de la profundidad en la zona costera	Afectación de organismos de aguas someras	Alteración de ciclos reproductivos y capacidad de sobrevivencia de larvas y juveniles	

Es conocido que el cambio climático global se manifiestan por el aumento de la temperatura y consecuentemente la expansión de las moléculas de agua, condicionando las variaciones y el ascenso del nivel del mar.

Feenstra *et al* (1997) citando a Bijlsma *et al.* (1996) (en Hernández *et al.*, 1999) propone que las medidas de adaptación ante el incremento del nivel medio

del mar se pueden agrupar en tres tipos de estrategias de respuestas denominadas: retroceso, acomodamiento y protección.

Estas mismas fuentes aseguran que las medidas de adaptación no se pueden ver fuera del contexto de una concepción

integrada del manejo costero en donde se contemplen las demás variables. Es así que, “el incremento a largo plazo del nivel del mar y de la temperatura media de las aguas deben verse, pues, con la óptica de dos parámetros que varían paulatinamente, variación sobre la cual se superponen otros fenómenos dependientes de la misma” (HERNANDEZ *et al.*, 1999). En la siguiente tabla (tabla 7.4), y siguiendo la concepción antes señalada, se presentan las medidas de adaptación y las prioridades de las mismas, en su conjunto y para cada unidad de exposición.

Tabla 7.4 Estrategias de Respuesta o Potenciales Medidas de Adaptación

Medidas de Adaptación	Unidad de Exposición															
	Zona 1		Zona 2		Zona 3		Zona 4		Zona 5		Zona 6		Zona 7		Zona 8	
	RA	AE	RA	AE	RA	AE	RA	AE	RA	AE	RA	AE	RA	AE	RA	AE
Retroceso Se postula un progresivo abandono de las áreas altamente vulnerables y el reasentamiento de los habitantes.																
Limitar la extracción de recursos no renovables (arena, piedras, corales) en la zona costera.				X		X		X		X		X		X		
Reducir la densidad en las zonas bajas y en las partes bajas de las cuencas hidrográficas.			X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		
Reubicar actividades humanas a sitios más favorables (asentamientos).			X	X	X	X	X				X	X			X	X
Reubicar especies amenazadas.			X		X		X		X		X		X			
Garantizar la libre circulación del agua en la Bahía del Río Folk y, en especial, la entrada de las mareas en los manglares.												X				
Acomodamiento Se postula enfatizar en la conservación de los ecosistemas en armonía con las áreas vulnerables ocupadas y en uso y las respuestas de adaptación.																

Tabla 7.4 Estrategias de Respuesta o Potenciales Medidas de Adaptación

Medidas de Adaptación	Unidad de Exposición															
	Zona 1		Zona 2		Zona 3		Zona 4		Zona 5		Zona 6		Zona 7		Zona 8	
	RA	AE	RA	AE	RA	AE	RA	AE	RA	AE	RA	AE	RA	AE	RA	AE
Establecer un manejo integrado de la zona costera. En especial: <ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar la planificación urbana (cambiar/ajustar líneas de construcción).</li> <li>Adaptar/ajustar los sistemas sanitarios y pluviales actuales a posibles variantes.</li> <li>Establecer tratamientos de agua residuales.</li> </ul>		X		X		X		X		X		X		X		X
Ordenar el uso de áreas sensibles, manglares, riberas de ríos y playas, delimitando el lugar para edificar infraestructuras.		X		X		X		X		X		X		X		X
Promover diseños de infraestructuras protegidas ante el ascenso del nivel del mar.		X		X		X	X	X	X	X		X		X	X	X
Promover nuevas actividades productivas.			X	X	X	X			X	X			X		X	
Mejorar las fincas de cultivo de camarón en dotación de tecnologías y con conceptos ecológicos que impidan el avance de las mareas hacia las tierras agrícolas.			X	X	X	X										
Promover ante la Comisión Nacional de Acuicultura la liberación de áreas para el avance/ recuperación de los manglares.				X		X										
Incorporar al sistema de abastecimiento de agua potable las viviendas que se suplen de aguas subterráneas.				X		X		X					X			

Tabla 7.4 Estrategias de Respuesta o Potenciales Medidas de Adaptación

Medidas de Adaptación	Unidad de Exposición															
	Zona 1		Zona 2		Zona 3		Zona 4		Zona 5		Zona 6		Zona 7		Zona 8	
	RA	AE	RA	AE	RA	AE	RA	AE	RA	AE	RA	AE	RA	AE	RA	AE
Actualizar el Plan Maestro de Desarrollo Turístico de la Zona Costera.		x		x		x		x		x		x		x		
Protección Se postula un énfasis en la defensa de las áreas vulnerables, centros económicos y los recursos naturales.																
Incentivar la repoblación de las zonas de manglar en todos los sitios afectados por la deforestación y la reforestación de la Zona Costera con las especies propias de la misma.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Controlar el uso de las áreas sensibles, por ejemplo respecto a la tala de mangle.		x		x		x		x		x		x		x		
Propiciar el cambio de actitudes hacia la zona costera, el manejo de los desechos sólidos, el control de las inundaciones y la prevención de desastres.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Crear zonas de amortiguamiento y áreas protegidas.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Establecer arrefices artificiales.	x	x						x								
Construir barreras para minimizar la erosión.	x		x		x		x	x	x						x	
Permitir el flujo y refluo de agua salada hacia los manglares, manteniendo los canales libres de obstáculos.			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Promover normas de diseño con criterios que aseguren el drenaje de las aguas superficiales y subterráneas en rellenos y humedales.		x								x		x				

**Tabla 7.4 Estrategias de Respuesta o Potenciales Medidas de Adaptación**

Medidas de Adaptación	Unidad de Exposición															
	Zona 1		Zona 2		Zona 3		Zona 4		Zona 5		Zona 6		Zona 7		Zona 8	
	RA	AE	RA	AE	RA	AE	RA	AE	RA	AE	RA	AE	RA	AE	RA	AE
Desarrollar la regeneración de las playas sobre la base de “soluciones blandas”.		x		x		x		x		x		x		x		x

RA Reajuste Autónomo

AE Ajuste Estratégico

#### 7.4.2 Agricultura

La agricultura en Panamá, actualmente ocupa el 7% del P.I.B. del país. A partir de 1995, el Producto Interno Bruto Agrícola (P.I.B.A.) mantuvo una tendencia creciente, afectado en 1997 por el Fenómeno de El Niño, presentando una caída de menos de 3.7%.

El Fenómeno de La Niña, que se presentó en el último trimestre de 1998, se caracterizó por periodos de lluvias intensas y continuas que ocasionaron inundaciones, que afectaron en cierto grado aquellas áreas contiguas a ríos y quebradas especialmente en las áreas rurales.

Su impacto en la agricultura repercutió con la pérdida de 14,772 ha. con una producción dejada de percibir, valorada en B/. 6 millones aproximadamente, resultando las provincias de Chiriquí y Darién las más afectadas.

La superficie cultivada del país según el Censo de 1990 es de 425,211.51 ha., de las cuales 270,098.91 ha corresponden a cultivos temporales y 155,112.60 ha. a cultivos permanentes. A estas se le añaden 709,895.80 ha. de bosques y montes; 1,470,559.05 ha. con pastos (naturales, mejorados y faragua); 106,704.73 ha., en otras tierras y 229,211.68 ha., en descanso.

La producción agrícola en Panamá se divide en aquella que es básicamente destinada a la exportación y la que es fundamental para el consumo interno por la población.

Los cultivos destinados a la exportación son el banano, la caña, el café, el plátano, el melón, la sandía, el zapallo, la piña, la yuca, el ñame y el oteo.

a producción agrícola para consumo interno se produce mayormente en la época lluviosa (granos básicos hortalizas y frutales) aunque en la época seca también se producen algunos cultivos con riego (hortalizas) aunado a los rubros hacia el mercado de exportación.

El sector privado domina la superficie irrigada, actualmente, la modalidad de riego por goteo se está implementando en la estación seca, especialmente en las provincias de Herrera, Los Santos, Coclé, Veraguas y Chiriquí y en la zona este de Panamá, específicamente en las hortalizas que se producen en esa época.

Para la caracterización del clima presente se elaboraron un conjunto de balances hídricos, según el período de registro de cada estación meteorológica considerada, luego de ello se procedió a confeccionar cuatro mapas de regionalización de la temporada seca con déficit de agua en el

suelo, inicio del período lluvioso, fin del período de reposición o transición y fin del período lluvioso.

Posteriormente se hizo una caracterización climática de las zonas consideradas en la evaluación, para un período 1980 - 1998, y bajo las condiciones de escenarios anteriormente descritos.

Para la evaluación de los impactos sobre los rendimientos agrícolas se utilizó un modelo biofísico, el cual no incluye una parametrización implícita del efecto fisiológico directo de la concentración atmosférica del CO<sub>2</sub> sobre la eficiencia fotosintética y el uso del agua por los cultivos. Este modelo biofísico permite estimar los rendimientos agrícolas potenciales y reales.

El rendimiento potencial de un cultivo es aquel donde todas las necesidades hídricas y nutricionales del mismo son satisfechas, en ausencia de plagas y enfermedades y en base a las condiciones climáticas de las áreas estudiadas, es decir, además de sus características genéticas, se consideran la temperatura, la precipitación, entre otras.

En los rendimientos agrícolas de secano son consideradas todas sus necesidades nutricionales, libres de plagas y enfermedades, con las condiciones de temperatura, radiación solar y

precipitación características de la unidad de exposición.

Estos rendimientos de secano son dependientes del escenario climático, de la época de siembra y de los modelos globales utilizados y su variabilidad puede ser alta.

Las unidades de exposición consideradas para la evaluación de los impactos del cambio climático en el sector agrícola se establecieron tomando en consideración que la disponibilidad de información, la importancia que tienen las mismas para el desarrollo de los cultivos seleccionados, así como el grado de vulnerabilidad a que se ven sometidos por las condiciones climatológicas en determinados momentos.

Estas unidades de exposición de cultivos se ubican en la zona arroceras de la Provincia de Coclé y la región maicera de la Provincia de Los Santos y Herrera.

Se seleccionó la Provincia de Coclé por tener áreas mucho más vulnerable para el cultivo de arroz que las zonas bajas de Chiriquí. Esta región podría ser más vulnerable a fluctuaciones en el clima; lo que puede originar pérdidas cuantiosas a la economía.

En cuanto al cultivo de maíz mecanizado se seleccionó la región de Azuero

(Herrera, Los Santos); zonas estas en donde se da el 85% de la producción nacional.

De la producción de maíz mecanizado y arroz, depende un gran número de familias, ya que esta actividad es una de las fuentes de ingresos con las que ellas cuentan en la región; la producción de maíz, apoya la demanda de la industria avícola y porcina.

El análisis de los rendimientos reales, para el cultivo de arroz con riego, ante un cambio climático, indican que el ECPWL, presenta los valores más altos en los tres años futuros y en promedio superiores al 90 %.

Los ECPWH y ECPWL, son favorecidos por el riego en cuanto a humedad aunado a la temperatura, lo que contribuye a obtener rendimientos satisfactorios, sin embargo, en los ECPDH y ECPDL, el riego no satisface la demanda hídrica del cultivo, ya que los valores obtenidos así b indican. Para el caso de arroz en seco, el ECPDL y ECPWL, presentan los mejores rendimientos, superiores al 90 %.

Al promediar los valores de rendimientos reales por año futuro y al compararlo con el actual, la tendencia tanto en riego como en seco, es una disminución en los rendimientos futuros.

Haciendo una evaluación de los rendimientos para los cuatro escenarios determinados se tiene que bajo las condiciones de cambio climático, se espera que para el año 2010 los rendimientos aumenten en 437 Kg/Ha, con respecto al actual (4984.0 Kg/Ha).

Como resultado de la evaluación de los escenarios podemos concluir que, los rendimientos para el cultivo de maíz se ven favorecidos con los escenarios:

ECPDL; bajo esta condición de escenario los rendimientos pueden ser superiores al 100 % y ECPWL; con este escenario los rendimientos estarían arriba del 80%.

Haciendo una evaluación de los rendimientos para los cuatro escenarios determinados tenemos que bajo las condiciones de cambio climático, se espera que para el año 2010 los rendimientos aumenten en 437 Kg/Ha, con respecto al actual (4984.0 Kg/Ha).

Para el 2050 estos rendimientos disminuirían en 1670.7 Kg/Ha, con respecto al actual y para el año 2100, disminuirían en 1045.2 Kg/Ha.

Frente a los resultados obtenidos consideramos necesario tener presente que los cambios climáticos son de un valor importante para el Sector Agropecuario de Panamá, por consiguiente se debe

establecer posibles medidas de adaptación ante los efectos adversos del cambio climático:

- Se necesita diseñar una planificación estratégica del Sector Agropecuario, a largo plazo que tome en cuenta las variaciones climáticas tanto a nivel nacional como regional y global.
- Realizar estudios tendientes a controlar plagas y enfermedades que no permiten realizar la siembra en fechas en las cuales pueden esperarse mejores rendimientos.
- Mejorar más aún la eficiencia y que se implementen más sistemas de riego, con la finalidad de hacerle frente a los posibles problemas climáticos que se puedan presentar.
- Mejorar la cobertura y distribución de estaciones meteorológicas.
- Ensayar con nuevas variedades; que puedan adaptarse al cambio climático.
- Utilizar modelos de simulación climática que permitan evaluar los cultivos sobre bases

climatológicas con menos incertidumbres

- Profundizar en la zonificación agroecológica de cultivos; tomando en cuenta la variabilidad que puede producir el cambio climático.

### **7.4.3 Salud Humana**

Los impactos adversos directos del cambio climático a la salud humana dependen principalmente de la exposición a olas de calor o frío, inundaciones o sequías severas por eventos extremos (Niño-Niña, etc.), factores que afectan los mecanismos de adaptación humana (IPCC 1997, WG II, section 6.3.5) y de igual forma afectan los mecanismos de adaptación de biodiversidad de interés sanitario (Kinney de Santos, 1999; Hack, 1995; Burgos, 1994). Los impactos indirectos están relacionados con los factores condicionantes que tienen lugar debido a los impactos directos como son la proliferación de patógenos, biotoxinas, virus, arenovirus, arbovirus, hantavirus, bacterias, protozoos, hongos, que dan lugar a enfermedades infecciosas como: infecciones hidroalimentarias, enfermedades transmitidas por vectores que son más comunes en los trópicos.

Sin embargo, el cambio climático está propiciando que el clima mundial futuro permita la expansión de estas enfermedades infecciosas a otras latitudes geográficas no tropicales (PICC 1997, WG II, Section 6.3.5.).

Las regiones geográficas más vulnerables son justamente aquellas en las que históricamente la ocupación humana y sus actividades de transformación de la naturaleza han ocasionado rupturas del equilibrio bioclimático (IDEN/U.N.P., 1999; Braley, 1993; Burgos, 1994; Curto de Casas, 1994) en ellas los espacios geográfico-poblacionales críticos son justamente las poblaciones en riesgo de ser impactadas, coinciden justamente con las poblaciones en pobreza o pobreza extrema (Castro de Doens, 1999).

En Panamá, los eventos extremos de la variabilidad climática especialmente El Niño y La Niña tienen diversos impactos.

El evento de El Niño ocasiona incremento de temperaturas y de vientos fuertes del noroeste y una disminución de 50% o más de las precipitaciones y de la humedad absoluta y relativa, como es el caso de lo observado entre junio de 1997 y mayo de 1998. En presencia de La Niña se incrementan considerablemente las precipitaciones, la humedad relativa y

absoluta, los vientos predominantes son del sureste junto a un ligero descenso de temperatura.

Estas condiciones aumentan considerablemente los riesgos a la salud humana, que se pueden manifestar, pero no limitado, a los siguientes:

- Casos por deshidratación (Sequías extremas).
- Incremento de niveles de desnutrición infantil (Sequías extremas e inundaciones).
- Incremento de enfermedades oportunistas secundarias a la condición nutricional (Sequías extremas e inundaciones).
- Incremento de enfermedades transmitidas por vector (Sequías extremas e inundaciones).
- Incremento de enfermedades respiratorias alérgicas (Sequías extremas e inundaciones).
- Incremento de enfermedades respiratorias agudas (Sequías extremas e inundaciones).
- Incremento de enfermedades dérmicas (Sequías extremas e inundaciones).
- Incremento de enfermedades hidroalimentarias (Sequías extremas e inundaciones).

- Cambio de comportamiento, densidad de población y extensión geográfica de sistemas biológicos de interés sanitario (virus, bacterias, vectores etc). (Sequías extremas e inundaciones.)
- Incremento de casos de mordeduras de ofidios y animales ponzoñosos (Sequías extremas e inundaciones).
- Aumento de picaduras de insectos

Los impactos climáticos adversos en la salud puedan ser clasificados convencionalmente en: directos e indirectos; temporales o permanentes; a corto, mediano y largo plazo; reversibles o irreversibles (Iñiguez, 1997; Castro de Doens, 1998).

**Mapa 7.2 Unidad de Exposición**



Fuente: Contraloría General de la República, 2000

Todo evento natural o hecho social que impacta a la salud de la población o del ambiente, debe ser evaluado en términos de sus efectos e impactos en la salud y en términos económicos.

Esto permitirá la planificación de acciones preventivas y de adaptación, desde que se anuncia la presencia de un evento extremo de la variabilidad climática, considerando la inversión social en salud que se requiere para preservar y mejorar los niveles de salud así como las estrategias de adaptación ante el cambio climático.

Unidad de Exposición: A través del análisis histórico de la ocupación humana y de la transformación de la naturaleza para la realización de sus actividades económicas, se ubico la región del territorio nacional mayormente afectada por rupturas antrópogenicas del equilibrio bioclimático, identificándose como unidad de exposición, El Arco Seco del Golfo de Parita.

En la unidad de exposición se encuentran tres cuencas principales: la del Río La Villa, Río Tonosí y la del Río Oria.

La cuenca del Río La Villa es la principal abastecedora de agua de las provincias de Los Santos y de Herrera, tanto para

consumo humano como para los riegos agrícolas y uso industrial.

Muchos de los afluentes de estas tres cuencas durante la estación seca pierden sus aguas y los ríos bajan considerablemente su caudal, debido a la escasez de vegetación a través de sus cursos.

Los suelos son generalmente pobres en nutrientes y altos en acidez (latosoles y litosoles). Tan pronto la cubierta vegetal es removida, ya sea por procesos naturales o por la acción antropogénica, se deterioran rápidamente.

Las tierras dedicadas para la actividad agrícola, se encuentran ubicadas en las aluviones de los ríos.

La región se caracteriza por tener temperaturas altas que oscilan entre los 25° y 35°C, variando durante la estación seca y lluviosa. La precipitación promedio en temporada seca 1000 mm y 1,500 mm en temporada lluviosa, la humedad relativa del aire oscila entre los 62.7 % y 85.7 %.

En la unidad de exposición se observa que uno de los más severo procesos de degradación tropical, lo constituye el Parque Nacional Sarigua y en la Cuenca del río La Villa.

El proceso de desertificación ha hecho que la zona se puede considerar un área

crítica con una severa degradación ambiental.

Dadas las condiciones de riesgo descritas anteriormente que presenta esta región aunado a las evidencias que demuestran que los extremos climáticos afectan la adaptabilidad de las personas y los microorganismos creándose condiciones de mayor riesgo de contraer infecciones y enfermedades (Colwell, R, 1998), es de nuestro interés estudiar la relación existente entre las EDA y la INF y el clima.

**Variables Epidemiológicas:** Para esta evaluación, se utilizaron los datos provenientes del Boletín Epidemiológico publicado por el Ministerio de Salud correspondientes al período 1976-1998.

Esta información se refiere a los reportes estadísticos mensuales del total de casos de Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA) e Influenza (INF) registrados en la Región de Azuero (Provincias de Herrera y Los Santos).

El período para la línea base fue 1976-1990 y para ajustar los modelos y analizar la variabilidad asociada al clima fue utilizado el período 1991-1998.

**Variables climáticas:** Los datos de la línea base climática utilizados son los

comprendidos en la base de datos generada por el Departamento de Hidrometeorología de ETESA.

Esos datos fueron utilizados para generar los valores mensuales de cuatro (4) variables meteorológicas, a saber: temperatura máxima (TX), temperatura mínima (TN), oscilación térmica mensual (OSC), humedad relativa (HR) y totales de precipitación (PP) para el período 1976-1998, además se utilizó la temperatura de la superficie del mar en la Región NIÑO1\_2 (NIÑO1\_2) (Glanz, M, 1998)

En el caso de las temperaturas mínima y máxima, precipitación y humedad relativa, los datos provienen de la estación de Los Santos, la cual fue escogida por tener la información más completa de todas las variables de interés en el estudio.

El período para la línea base fue 1976-1990, mientras que para ajustar los modelos y analizar la variabilidad climática se empleó el período 1991-1998 al igual que las variables epidemiológicas.

Variables socioeconómicas: Las variables socioeconómicas fueron obtenidas de los censos de 1970, 1980 y 1990 realizados por la Dirección de Estadística y Censo

de la Contraloría General de la República. Esta fuente fue utilizada para generar los valores mensuales de las seis (6) variables socioeconómicas, a saber, Porcentaje de viviendas sin agua potable (AGUA), Porcentaje de viviendas con piso de tierra (PISO), Porcentaje de población analfabeta (ANALF), porcentaje de población de 65 años y más (SESYCIN), y los nacimientos. Dichas variables fueron seleccionadas como factores de riesgo de las enfermedades estudiadas.

Escenarios de Cambio Climático: Para poder evaluar los impactos adversos del cambio climático sobre la salud humana no es suficiente estimar los cambios futuros en las condiciones climáticas medias. Es por ello, que resulta necesario analizar los efectos del cambio en las condiciones medias, conjuntamente con los de la variabilidad, para poder obtener resultados más plausibles (Epstien, 1999).

Los resultados evidencian el reforzamiento de las condiciones climáticas actuales, es decir condiciones más cálidas como consecuencia de una ligera reducción de los volúmenes de precipitación, lo cual trae como consecuencia que la región pase de condiciones semi secas a secas y en otras

áreas de seca a muy secas, observándose clara-mente la intensificación del veranillo.

Se observó también un aumento de las variaciones intraestacionales y estacionales, haciendo que el clima en la región de Azuero sea más contrastante entre sus valores extremos.

Los resultados alcanzados nos hace pensar que las EDA son enfermedades de períodos poco contrastantes con altas temperaturas y tendencias al aumento de la humedad relativa como consecuencias del comienzo de las precipitaciones.

En el caso de la INF, coincide con los períodos de mayor oscilación, valores más bajos de temperatura y mayores valores de húmeda relativa, por lo que se pudiera decir que es una enfermedad típica de período lluvioso debido a los contrastes entre el día y la noche dentro de la unidad de exposición.

Existen evidencias científicas que demuestran que las enfermedades estudiadas en esta evaluación son susceptibles a los efectos del cambio climático (Ortiz, 1995; Ortiz, 1996; IPK, 1999).

Muchos de los organismos biológicos y procesos ligados a la aparición de enfermedades infecciosas están especialmente influenciadas por fluctuaciones seculares

en las variables climáticas, especialmente la temperatura, precipitación y humedad (McMichael, A.J, and others, 1996).

El cambio climático ha alterado el patrón en el número de enfermedades infecciosas y enfermedades producidas por intoxicación alimentaria.

Se determinó que tanto el clima como las enfermedades presentan cambios significativos en los comportamientos de los patrones de la variabilidad y epidemiológicos, respectivamente.

Ya se evidenciaba que ambas series, a partir de la década de los 90 daban señales de una persistencia en sus variaciones que pudieran tomarse como las primeras señales de posibles cambios persistentes en el clima y en el comportamiento de las enfermedades, como respuestas a las variaciones del mismo, es decir se observa una tendencia secular (a largo plazo) de la evolución de la variabilidad climática en la unidad de exposición.

Para el caso de las enfermedades hidro-alimentarias, en términos generales, es importante tener en cuenta la disminución que se proyecta en la cuenca, tanto superficial ( de continuar el deterioro de los suelos) como subterránea, lo cual implica un deterioro de la calidad química y

biológica del agua en la zona, propiciando condiciones más favorables para la transmisión de gérmenes patógenos de este tipo de enfermedades como las diarreicas.

El impacto económico de la presencia de un daño a la salud debe verse desde dos puntos de vista: un primer punto es desde la perspectiva de los servicios de salud y un segundo desde la perspectiva de la gente.

En el caso de la gente, la forma de estudiar el impacto de los problemas de salud en los aspectos económicos de la familia será por medio de encuestas directas sobre gasto incurrido ante una situación de salud específica, sin embargo esta metodología no ha sido adecuadamente desarrollada dentro del sistema de información en salud como información sistemática.

En el caso de los servicios, los costos de atención ambulatoria no están aún definidos en el sistema, por lo que en este ejercicio se utilizarán la estimación de costos hospitalarios utilizando como indicadores para la EDA, la hospitalización por los procesos identificados como AO9, (Gastroenteritis, Diarreas Agudas) en la XCID y para INF las complicaciones señaladas

en los códigos J10 al J22 (Neumonías y Bronconeumonías).

Se consideró el costo promedio del día cama, calculado según los costos aportados por la sección de Estadísticas Económicas correspondiente al año 1998.

Con la información anterior se calculó cuál sería el costo si se reportarán 6,622 casos más como consecuencia del impacto adverso del cambio climático en la región, y para el caso de las EDA si este aumento fuera de 3,751 casos, entonces el gasto ascendería a 4 millones de dólares por este concepto, como se muestra en la tabla 7.6

**Tabla 7.6 Gasto estimado atribuible a los efectos del cambio climático**

Indicadores	Influenza	EDA
Total de Casos Hospitalarios	6622	3751
Total Día Estancia	29689	10448
Costo Día de Estancia	107.56	132.44
Promedio de Días de Estancia	4.4	2.7
Monto Total US\$	<b>3,193,348.84</b>	<b>1,123,789.88</b>

Fuente: Departamento de Estadística del MINSA, 2000

Es necesario destacar que el impacto en costos por EDA es menos alarmante debido al promedio de día de estancia de los pacientes el cual se reduce a la mitad en relación con el tiempo de hospitalización por las complicaciones de la INF.

La estimación de los gastos que producirá el aumento de las enfermedades diarreicas y la influenza como consecuencia

del impacto del cambio climático si ahora sólo se asume que el 30% de los casos ingresan en hospitales con un costo unitario estimado de 357.59 y 473.26 dólares, respectivamente, se tiene con los valores anteriores y teniendo en cuenta el aumento de los casos se estimó el gasto por concepto de hospitalización después de haber trabajado con las medidas de adaptación dirigidas a reducir el número de ingresos como consecuencia de la implementación de medidas preventivas tanto de la EDA como de la Influenza.

Medidas potenciales de adaptación:

- Establecer una estrategia que facilite la implementación de las medidas de adaptación: En este sentido, el Ministerio de Salud y la ANAM deben trazar una estrategia en cuanto a qué medidas implementar. Estas medidas deben conducir a resultados efectivos, con gastos mínimos, que no afecten de manera negativa a la población y que permitan fortalecer nuestro Sistema de Atención y la Vigilancia Epidemiológica (SAVE), con vistas a atenuar los impactos del

cambio climático sobre este sector.

- Mejorar la recolección de información estadística, la vigilancia y el conocimiento de las proyecciones futuras: esta medida va dirigida a fortalecer un sistema integral de observaciones de todas las variables relevantes, que permitan hacer diagnósticos y proyecciones de las situaciones de salud humana y ambiental, incluyendo el monitoreo de la calidad y cantidad de agua en los pozos y acueductos rurales y donde estén consideradas explícitamente las variables climáticas. Ello permitirá la creación de un Sistema Integrado de Vigilancia Proactivo (SIVP) como parte de una red o sistema nacional, que facilite la predicción de las epidemias o la determinación de comportamiento en las enfermedades fuera de su canal endémico. Como resultado se podrá realizar una planificación más adecuada y racional de los recursos disponibles antes y durante períodos de contingencia

y reducir los efectos adversos del impacto del cambio climático.

- Conducir estudios para determinar otras regiones vulnerables en el sector de la salud y en ellas las poblaciones en riesgo unidades más pequeñas (corregimiento o lugar poblado): Se requiere evaluar los impactos potenciales del cambio climático por regiones, en aquellas áreas o asentamientos humanos más sensibles a la afectación por enfermedades infecciosas y no infecciosas. De esta manera se pueden dirigir los recursos aplicar modificaciones o medidas específicas en las áreas.
- Fortalecer la infraestructura sanitaria: Evaluar todas las instalaciones de salud en su capacidad de tanques de agua e instalaciones eléctricas para garantizar la atención ante el racionamiento de uso de agua y la electricidad por sequías extremas o por inundaciones.
- Educar, desarrollar y transferir tecnologías y asistencia financiera: esta medida está dirigida a establecer un programa

educativo efectivo que permita comprender de manera adecuada las relaciones del clima y salud, así como propiciar la motivación para realizar investigaciones en esta línea. Para ello se debe incluir este tipo de programas en los planes de estudios básicos, universitarios y otras relacionadas con el campo de la Salud. También se deben propiciar las condiciones para el uso de tecnologías que permitan la implementación de estas investigaciones de manera sistemática para que el clima no se continúe viendo ajeno a la Salud y la Epidemiología, y viceversa. En este punto, es necesario asegurar los recursos financieros que permitan enfrentar esta nueva problemática sobre el cambio climático y sus efectos en la salud. Mejorar el conocimiento sobre esta temática de los recursos humanos del sector.

#### **7.4.4 Recursos Hídricos**

Se considera necesario desarrollar un estudio referente a los impactos adversos del cambio climático en los recursos

hídricos de nuestro país. El caso que nos ocupa es el de las Cuencas del Río Chagres o Cuenca del Canal de Panamá y la Cuenca del Río La Villa. La importancia de la primera para el país no sólo se circunscribe a la disponibilidad de agua para el tránsito de barcos por el Canal sino también por la capacidad que posee al ser la principal fuente de agua dulce para el uso doméstico en las ciudades principales de Panamá y Colón; mientras que en el caso de La Villa representa una cuenca importante desde la perspectiva del desarrollo agropecuario, además de fuente de abastecimiento de agua potable a importantes ciudades del interior del país (Chitré y La Villa de Los Santos).

Descripción Geográfica y localización de las cuencas utilizadas como unidades de exposición.

Cuenca del Río Chagres: se encuentra localizada en el área central de la República, entre las coordenadas 8° 38' y 9° 31' de latitud norte y 79° 15' y 80° 06' de longitud oeste.

La misma presenta una forma alargada, con orientación este – oeste (30km de ancho) con un área de drenaje aproximado de 3, 338 Km<sup>2</sup> .

Limita al norte con el Mar Caribe y al sur con el Océano Pacífico.

En la cuenca predomina el clima tropical húmedo, ocupando el 87% del área; en el resto el clima es tropical seco.

A pesar de lo extenso del área , las condiciones climáticas no presentan muchas variaciones. La zona de vida predominante es del tipo Bosque Húmedo Tropical (ocupa el 90% de la cuenca) a elevaciones inferiores de los 400 metros.

Cuenca del Río La Villa: esta ubicada en la vertiente Pacífico de la República de Panamá entre las coordenadas 7°30' y 8° 00' de latitud norte y 80° 12' y 80° 50' de longitud oeste.

Posee un área de drenaje de 1284 Km<sup>2</sup>, y una orientación oeste–este. Pertenece o forma parte de una de las regiones más áridas del país .

Según la clasificación de climas de Koppen, predomina el Clima Tropical de Sabana (Aw), con Clima Tropical Húmedo en sólo algunas regiones de la parte alta. Predominan los bosques húmedo tropical y Seco Tropical ocupando un 36% y 32% del total de la superficie.

El 92% de la superficie total de la cuenca se ocupa en actividades agropecuarias (48% agrícola y 44% pecuarias).

Hacia la parte baja de la cuenca se ejecutan las tareas agrícolas con mayor intensidad, es el área más abonada, fumigada y deteriorada.

De acuerdo a la información que se presenta a continuación (Tabla 7.6 y 7.7) se observa que los escenarios ECPDH y ECPDL presentan las más grandes

disminuciones de caudales, respecto a los actualmente registrados, las cuales a medida que pasan los años se van acentuando aún más. De igual manera se destaca el hecho de que en los escenarios ECPWH y ECPWL la condición no es tan crítica e inclusive se mantiene positiva (en algunos casos y hasta el 2100).

**Tabla 7.6- Porcentajes de diferencia respecto al promedio por escenarios y años para la cuenca del Río Chagres**

ESCENARIOS AL 2010					ESCENARIOS AL 2050					ESCENARIOS AL 2100				
MESES	DH10	DL10	WH10	WL10	MESES	DH50	DL50	WH50	WL50	MESES	DH100	DL100	WH100	WL100
ENE	-2%	0%	5%	3%	ENE	-17%	-4%	11%	5%	ENE	-5%	-14%	19%	5%
FEB	-5%	-1%	1%	2%	FEB	-35%	-10%	-5%	1%	FEB	-16%	-34%	-14%	0%
MAR	-9%	0%	2%	4%	MAR	-51%	-16%	-6%	2%	MAR	-20%	-43%	-19%	1%
ABR	-5%	0%	0%	1%	ABR	-28%	-10%	-7%	0%	ABR	-16%	-27%	-17%	-1%
MAY	-4%	-1%	1%	1%	MAY	-20%	-7%	-2%	1%	MAY	-15%	-22%	-6%	0%
JUN	-3%	0%	1%	1%	JUN	-17%	-5%	-1%	1%	JUN	-16%	-22%	-5%	0%
JUL	-3%	-1%	0%	0%	JUL	-16%	-5%	-3%	0%	JUL	-18%	-23%	-8%	-1%
AGO	-3%	-1%	-1%	0%	AGO	-15%	-5%	-5%	-1%	AGO	-17%	-22%	-11%	-2%
SEP	-3%	-1%	0%	0%	SEP	-12%	-4%	-1%	0%	SEP	-16%	-20%	-4%	0%
OCT	-3%	-1%	1%	0%	OCT	-10%	-3%	3%	1%	OCT	-14%	-17%	4%	1%
NOV	-3%	-1%	3%	1%	NOV	-11%	-3%	7%	3%	NOV	-12%	-17%	12%	3%
DIC	-3%	-1%	4%	2%	DIC	-16%	-5%	13%	4%	DIC	-13%	-20%	23%	5%
PROM	-4%	-1%	1%	1%	PROM	-21%	-6%	0%	1%	PROM	-15%	-23%	-2%	1%

**Tabla 7.7- Porcentajes de diferencia respecto al promedio por escenarios y años para la cuenca del Río La Villa**

ESCENARIOS AL 2010					ESCENARIOS AL 2050					ESCENARIOS AL 2100				
MESES	DH10	DL10	WH10	WL10	MESES	DH50	DL50	WH50	WL50	MESES	DH100	DL100	WH100	WL100
ENE	0%	1%	6%	5%	ENE	-16%	-3%	16%	7%	ENE	-6%	-5%	29%	8%
FEB	-2%	3%	7%	7%	FEB	-36%	-8%	3%	6%	FEB	-20%	-12%	-6%	6%
MAR	-6%	0%	6%	6%	MAR	-46%	-13%	-5%	4%	MAR	-22%	-18%	-20%	3%
ABR	-5%	-1%	1%	2%	ABR	-32%	-11%	-6%	0%	ABR	-18%	-14%	-16%	0%
MAY	-5%	-2%	1%	1%	MAY	-28%	-10%	-1%	1%	MAY	-20%	-12%	-6%	0%
JUN	-4%	0%	3%	3%	JUN	-26%	-8%	2%	3%	JUN	-25%	-11%	0%	3%
JUL	-4%	0%	1%	2%	JUL	-26%	-8%	0%	1%	JUL	-31%	-11%	-4%	2%
AGO	-7%	-3%	-2%	-1%	AGO	-29%	-11%	-5%	-1%	AGO	-37%	-13%	-12%	-2%
SEP	-8%	-4%	-1%	0%	SEP	-30%	-10%	2%	0%	SEP	-40%	-13%	-2%	1%
OCT	-3%	0%	3%	3%	OCT	-18%	-4%	10%	4%	OCT	-30%	-5%	16%	5%
NOV	-1%	1%	6%	4%	NOV	-12%	-3%	17%	7%	NOV	-17%	-4%	31%	9%
DIC	-3%	-1%	7%	3%	DIC	-18%	-6%	26%	8%	DIC	-18%	-8%	52%	10%
PROM	-4%	-1%	3%	3%	PROM	-26%	-8%	5%	3%	PROM	-24%	-11%	5%	4%

Fuente: Abril Méndez, Vulnerabilidad y Adaptación en el Sector Recursos Hídricos, 2000

Un análisis visto desde la perspectiva de los escenarios mismos y considerando los actuales datos de caudales estimados, refleja lo siguiente:

Para el escenario ECPDL se obtuvieron porcentajes de disminución de los caudales más críticos para el 2100 (hasta de -40% en Chagres).

El año 2050 muestra en ambos casos porcentajes en promedio menores al 10% en la mayoría de los meses.

El escenario al 2010 muestra disminuciones mínimas, las cuales en el caso de La Villa incluso llegan a ser positivas en algunos meses.

Escenarios ECPDH: resulta el escenario más crítico. Especialmente el año 2050, en el período seco, se presenta como el más gravemente afectado con porcentajes de disminución que alcanzan el 50% en La Villa. Destaca el hecho de que La cuenca del río La Villa es más seriamente impactada que Chagres, ya que inclusive esta negatividad de los valores se extrapola hasta el período húmedo con gran énfasis (hasta 30%).

Otro aspecto importante es que La Villa en el 2100 a diferencia de Chagres para el período húmedo, registra importantes disminuciones en los caudales (-40%).

Escenarios ECPWL: Aquí predominan los caudales por encima de lo registrado actualmente, aunque en porcentajes menores al 6% en Chagres y 10% en La Villa.

Es necesario recordar que este escenario supone bajas emisiones, baja sensibilidad pero lluvias más altas. Si observamos sólo hasta el año 2100 vemos porcentajes negativos y en algunos meses (abril, julio, agosto).

Escenarios ECPWH: A diferencia del escenario ECPWL, este escenario muestra caudales negativos entre los meses comprendidos entre febrero y septiembre; y períodos de mayores aportes de octubre a enero en ambas cuencas.

Estos porcentajes de disminución llegan hasta un valor aproximado de  $\pm 20\%$  en Chagres y hasta de 50% en la Villa, especialmente en el 2100, año en que se presentan vertiginosos cambios de altos a bajos caudales.

Los impactos que el cambio climático provocaría en los recursos hídricos en las cuencas de Chagres y la Villa podrían resumirse de la siguiente manera:

- Aumento en las demandas de hidroelectricidad para refrigeración (residencial o industrial) por el aumento de las temperaturas.

- Aumento en la demanda de agua para uso doméstico por el aumento de la temperatura.
  - Aumento de los costos de mantenimiento de las operaciones relacionadas con la distribución de agua y tránsito por el Canal de Panamá.
  - Disminución de los rendimientos de los productos agrícolas por la disminución de las lluvias y el aumento de las temperaturas.
  - Aumento en los costos de producción agrícola debido a los problemas de abastecimiento de agua para los regadíos.
  - Sobreexplotación de las fuentes de agua y contaminación de las mismas debido a la reducción de los caudales se aumenta la concentración de los contaminantes.
  - Aumento de los precios de los productos agrícolas al consumidor.
  - Aumento de la erosión por la pérdida de especies vegetales debido a el aumento de la temperatura y disminución de las lluvias.
  - Incremento de la evaporación afectará la disponibilidad de las fuentes de agua.
  - Migración de grupos humanos, especies animales y vegetales debido a la competencia por las fuentes de agua.
  - Impactos en la economía nacional (disminución de ingresos) por las restricciones por el uso del agua en la cuenca del Canal.
  - Desmejora en la calidad del Servicio de tránsito internacional marítimo ya que se afectaría el número de esclusaje que se realizan.
- De igual manera podemos señalar como potenciales medidas de adaptación a los efectos adversos del Cambio Climático las siguientes:
- Promover acciones destinadas a la educación ambiental con miras a asegurar un desarrollo sostenible y equitativo, dando prioridad al problema de la disponibilidad del agua.
  - Fortalecer la red de hidrometeorología a nivel nacional.

- Impulsar la investigación científica en torno a la hidrología y climatología.
- Fomentar aun más la protección, conservación y manejo racional de los recursos naturales existentes en las cuencas, asegurando así las fuentes de agua.
- Promover la búsqueda de fuentes alternas de energías renovables.
- Promover políticas destinadas hacia el mejoramiento de las condiciones de vida de las personas que habitan en las cuencas y alrededores.
- Promover la investigación científica que favorezca el desarrollo de nuevas tecnologías y procedimientos que permitan la optimización de las operaciones de procesamiento de agua para uso doméstico, agua para el tránsito marítimo y agua para riego.
- Desarrollo de un Plan de Utilización de nuevas fuentes de agua superficial que suplan los sistemas.
- Identificación de fuentes alternas de agua subterránea y conocer su calidad y cantidad.
- Establecer enlaces estratégicos con usuarios de la vía interoceánica para crear conciencia acerca del problema del cambio climático, su connotación planetaria y el efecto en el uso de la vía y en sus economías, esto con mira a lograr beneficios en términos de transferencia tecnológica, entrenamiento y asesoramiento científico.

#### **7.4.5 Sector Forestal**

En este caso particular donde se centra la atención en las formaciones boscosas y las repercusiones que los cambios en la temperatura y precipitación (factores determinantes en formaciones boscosas y existencia de especies en un área ) pueden provocar a futuro, se plantean estas interrogantes: ¿serán capaces de adaptarse las especies arbóreas a cambios climáticos significativos a corto plazo?, ¿Podrán emigrar algunas especies?, ¿Desaparecerán?, ¿Qué nuevas asociaciones se tendrán?... estas y otras son preguntas que no se podrán contestar

con certeza y que tienen relación directa con características fisiológicas y de existencia de cada especie (abundancia, capacidad de regeneración natural, explotación actual, dispersión de las semillas, tipo de polinización y endemismo), pero se pueden plantear posibilidades: en el mejor de los casos habrán especies que logren adaptarse o emigrar, en el peor de los casos se iniciará la desaparición de especies; a menos que se intervenga y se ayude a la repoblación y migración de las especies.

A pesar de las consecuencias que tenga el cambio climático sobre las especies, es la deforestación la que representa la más seria amenaza actual para toda la masa boscosa y que de continuar con estos niveles en menos de 25 años los bosques no protegidos habrán desaparecido. Añadimos que las áreas protegidas actualmente tienen una fuerte presión por las comunidades vecinas y las que se encuentran inclusive, dentro de ellas.

### Realidad forestal de Panamá

De acuerdo con la Estrategia Nacional del Ambiente, en su tomo de recursos forestales en 1992, existían 3,358,304 ha de cobertura boscosa en Panamá, de las cuales el 4.63% se estima como bosques

de producción ( 350,000 ha ). Además existen actualmente 946,795 ha (31% de la cobertura boscosa) correspondientes a superficies boscosas que aún no han sido evaluadas para su clasificación.

**Tabla 7.8**  
**COBERTURA BOSCOSA Y BOSQUE DE PRODUCCIÓN**

Provincia	Superficie (Ha)	Superficie boscosa 1992	Superficie boscosa (%) 1992	Bosque de producción (Ha)	Bosque de producción (%)
Bocas del Toro	874,540	593,550	7.86	50,000	0.66
Coclé	492,730	47,080	0.63		
Colón	489,010	233,541	3.09	30,000	0.40
Chiriquí	865,320	117,872	1.57		
Darién	1,667,100	1,258,830	16.67	150,000	1.99
Herrera	234,070	10,049	0.14		
Los Santos	380,550	26,613	0.36		
Panamá	1,188,740	538,812	7.14	60,000	0.79
Veraguas	1,123,930	298,033	3.95	60,000	0.79
Kuna Yala	235,700	230,924	3.06		
<b>Todo el País</b>	<b>7,551,690</b>	<b>3,358,304</b>	<b>44.47</b>	<b>350,000</b>	<b>4.63</b>

Fuente: Panamá Informe Ambiental 1999

Refiriéndonos específicamente a los posibles impactos del cambio climático sobre las especies forestales, debemos enfocarnos primero a las zonas de vida que mayor cobertura boscosa presentan, ya que es allí donde encontraremos el mayor número de especies. De acuerdo a los datos obtenidos en el Informe Ambiental de Panamá realizado por ANAM (1999) estas son:

- Bosque húmedo tropical (1,140,063 Ha con bosque)
- Bosque muy húmedo tropical (932,550 Ha con bosque)

- Bosque muy húmedo premontano ( 601,480 Ha con bosque)
- Bosque pluvial premontano (488,363 Ha con bosque)

Con los datos de cobertura boscosa por zona de vida presentados se puede observar que estas áreas se encuentran ubicadas en su mayoría en la Provincia de Darién, en la vertiente Atlántica (menos poblada) y en el área montañosa del país, por lo que no podemos suponer que las especies que se desplacen lo harán naturalmente hacia núcleos poblados, las zonas de vida más secas irán extendiéndose y reemplazando zonas transicionales y húmedas; las especies tendrán entonces que emigrar a zonas más altas y las que estén en zonas altas cuyo clima vaya cambiando tendrán dos alternativas: adaptarse o desaparecer.

En cuanto a las especies presentes en zonas de vida más secas y con cobertura boscosa reducida, se encuentran fuertemente amenazadas principalmente por presiones antrópicas y en áreas y poblaciones sumamente pequeñas. Estas áreas están cercanas a núcleos poblados y de explotación agrícola y

ganadera, por lo que la expansión de la frontera agropecuaria representa su más fuerte amenaza; los efectos del cambio climático ayudan a que estas tengan menos oportunidad de adaptarse o migrar a otros sitios, ya que las condiciones son cada vez más inestables. Las especies que se encuentran en áreas protegidas, por el régimen jurídico que las ampara, tienen menos presiones externas, sin embargo el cambio climático originará cambios en la composición florística, migración de algunas especies a otras zonas, adaptación de especies a las nuevas condiciones y desaparición de otras.

Con la tendencia observada en otros estudios y lo que se observa en estos momentos, la temperatura aumenta y conlleva al aumento en superficie de zonas de vida más secas, cambio de categoría en las actuales áreas de transición y disminución de superficie en áreas más húmedas; y con esto, un estrés debido a los mecanismos de adaptación que se vean obligadas a crear las especies forestales presentes en estas zonas de vida. No solo esto afecta la reproducción y persistencia de una especie o su posible migración,

existen un sin número de relaciones que influyen, por ejemplo, la fauna que ayuda a su dispersión, los vientos, la presencia de plagas (mejor adaptadas a climas cálidos), las barreras naturales, las barreras creadas por el hombre; aún con una asistencia para el repoblamiento de especies en otras áreas no aseguramos su establecimiento si ellas dependen de otras relaciones y sincronismos biológicos que pueden afectarse con los cambios climáticos.

La flora es muy susceptible a los cambios climáticos debido a su incapacidad de desplazarse por sí misma como los animales; Una amenaza que las hace aún más vulnerables es el cambio en el uso de suelo. Es por eso que se hace necesaria la repoblación artificial y protección de los recursos boscosos por sí, sino a través de la adopción de políticas ambientales y de ordenación territorial que conlleven a un uso racional de los recursos. En el caso de las especies forestales de interés comercial es imperante la introducción de tecnología que eleve la eficiencia en el uso de los recursos y capacitación para la adopción de las mismas; realizar estudios, investigaciones y ensayos sobre la abundancia, comportamiento y

formas de ayudar a su establecimiento, de tal manera que contemos con literatura y experiencia nacional que ayude a enfrentar efectivamente los efectos del cambio climático sobre las especies.

Entre otras de las medidas a tomar debe estar la buena gestión de las áreas protegidas y la elaboración de planes de manejo participativos, de tal manera que no se vea en ellas un obstáculo para la realización de actividades económicamente rentables a corto plazo a costa de la destrucción de los recursos protegidos, sino que se incluya en su manejo la posibilidad de realizar actividades novedosas y sostenibles, en donde los actores y beneficiados sean los moradores de las comunidades circundantes e inclusive, las que se encuentran dentro de ellas, ya que el problema tiene grandes aristas de carácter social si se analiza la situación de pobreza en que viven los vecinos y potenciales guardianes de las áreas protegidas. En este momento debe existir una relación simbiótica entre los seres humanos y las especies vegetales, todo indica que de la existencia de unos depende la existencia de los otros.